|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Z:\Meu Drive\03. Doutorado\30. Doutorado IC-Unicamp\2022-2\Technical Report Template\logo-unicamp-name-line-blk-red-0120.png | **Universidade Estadual de Campinas**  **Instituto de Computação**  **Arquitetura de Computadores II – MO601**  **Prof. Rodolfo Jardim de Azevedo** | Z:\Meu Drive\03. Doutorado\30. Doutorado IC-Unicamp\2022-2\Technical Report Template\logo-ic-unicamp-slant-tint-beg-sky-ora-0120.png |

**Projeto 3**

**Experimentar ferramentas e coletar dados**

**Rubens de Castro Pereira**

**RA 217146**

Campinas – SP

Maio de 2023

**Índice**

[1 Introdução 3](#_Toc135870738)

[2 Ambiente de Experimentação 3](#_Toc135870739)

[3 Ferramentas experimentadas 3](#_Toc135870740)

[3.1 SPEC CPU 2017 benchmark \* 4](#_Toc135870741)

[3.2 Simulador multi-core Sniper 5](#_Toc135870742)

[3.3 Perf profiler 6](#_Toc135870743)

[3.4 PARSEC Benchmark Suite 3.0 \* 7](#_Toc135870744)

[3.5 Rodinia benchmark \* 9](#_Toc135870745)

[3.6 Intel Pin 13](#_Toc135870746)

[3.7 Dinero cache simulator 13](#_Toc135870747)

[4 Considerações sobre o aprendizado nesse projeto 13](#_Toc135870748)

[5 Conclusões 13](#_Toc135870749)

# Introdução

# Ambiente de Experimentação

O computador utilizado em todos os experimentos está descrito conforme segue e será denominado “Laptop Rubens”:

* Notebook HP model ??????????
* Memória RAM: 16 Gbytes
* Sistema Operacional
  + Ubuntu 22.04.2 LTS (GNU/Linux 5.15.90.1-microsoft-standard-WSL2 x86\_64)
* CPU:
  + Model name: Intel(R) Core(TM) i7-2620M CPU @ 2.70GHz
  + Architecture: x86\_64
  + CPU op-mode(s): 32-bit, 64-bit
  + Address sizes: 36 bits physical, 48 bits virtual
  + Byte Order: Little Endian
  + CPU(s): 4
  + Vendor ID: GenuineIntel
  + CPU family: 6
  + Thread(s) per core: 2
  + Core(s) per socket: 2
  + L1d cache: 64 KiB (2 instances)
  + L1i cache: 64 KiB (2 instances)
  + L2 cache: 512 KiB (2 instances)
  + L3 cache: 4 MiB (1 instance)

# Ferramentas experimentadas

As ferramentas utilizadas para avaliações em arquitetura de computadores foram SPEC CPU 2017, Simulador multi-core Sniper, Perf profiler, Parsec benchmark, Rodinia benchmark, Intel Pin e Dinero cache simulator. Os dados coletados para cada uma das ferramentas são apresentados nas próximas seções.

## SPEC CPU 2017 benchmark \*

O SPEC CPU 2017 é um pacote de benchmark que contém a próxima geração de SPECs (*Standard Performance Evaluation Corporation*), pacotes de processamento intensivo de CPU para medição e comparação de desempenho computacional, sobrecarregando o processador do sistema, memória e compilador. Esta ferramenta oferece 4 suites para benchmark considerando velocidade (*speed*) e throughput (*rate*) para números inteiros e em ponto flutuante: intspeed, fpspeed, intrate e fprate.

A Tabela 1 apresenta o resumo da experimentação do SPEC CPU 2017 no laptop Rubens com os parâmetros de execução como número de cópias, *threads*, número de iterações, tempo de execução e métrica final da execução (base).

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Resultados da execução do SPEC CPU 2017** | | | | | | |
| **Suíte** | **Cópias** | **Threads** | **Nº Iterações** | **Qtde de Benchmarks** | **Tempo de execução** | **Métrica Final (base)** |
| intspeed | 4 | 4 | 3 | 9 | 17993 s - 4,99 hs | **3,42** |
| intspeed | 8 | 8 | 3 | 10 | 18438 s – 5,12 hs | **3,35** |
| intspeed | 16 | 16 | 3 | 10 | 32523 s - 9,03 hs | **1,96** |
| intrate | 4 | 4 | 3 | 10 | 38073 s - 10,57 hs | **5,32** |
| intrate | 8 | 8 | 3 | 10 | ???? | **???** |
| fpspeed | 4 | 4 | 3 | 9 | 79708 s - 22,14 hs | **3,11** |
| fprate | 4 | 4 | 3 | 13 | 58396 s - 16,22 hs | **6,25** |

Tabela 1. Suites executadas na ferramenta SPEC CPU 2017 com seus parâmetros da execução, o tempo de execução e a métrica final da execução.

A Tabela 2 apresenta a comparação do computador utilizado no experimento (Laptop Rubens) e outros computadores selecionados da lista de resultados disponível no site do SPEC CPU 2017 (<https://www.spec.org/cpu2017/results/cpu2017.html>). Os computadores selecionados são aqueles que mais se aproximam das características do computador “Laptop Rubens” a fim de que as comparações das métricas finais possam ser equilibradas e justas.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Suite** | **Threads** | **Métrica obtida do Laptop Rubens** | **Outros computadores** | **Métrica** |
| intspeed | 4 | int\_base: 3,42 | SuperWorkstation 5039C-T (X11SCA , Intel Core i3-8100) | int\_base: 7,58 |
| intspeed | 8 | Int\_base: 3,35 | SuperWorkstation 5039C-T (X11SCA , Intel Core i7-9700K) | int\_base: 10,6 |
| intspeed | 16 | int\_base: 1,96 | Não localizado computador equivalente com thread = 16 | --- |
| intrate | 4 | int\_base: 5,32 | ASUS Z170M-PLUS Motherboard (Intel Core i7-6700K) | int\_base: 23,5 |
| intrate | 8 | ??????? | SuperWorkstation 5039C-T (X11SCA , Intel Core i7-9700K) | int\_base: 44,8 |
| fpspeed | 4 | fp\_base: 3,11 | SuperWorkstation 5039C-T (X11SCA , Intel Core i7-9700K) | fp\_base: 32,2 |
| fprate | 4 | fp\_base: 6,25 | SuperWorkstation 5039C-T (X11SCA , Intel Core i7-9700K) | fp\_base: 42,6 |

Tabela 2. Comparação das métricas dos benchmarks executados no laptop Rubens e outros computadores.

A Tabela 3 apresenta os comandos com os parâmetros utilizados na execução de cada uma das suítes.

|  |  |
| --- | --- |
| **Suíte** | **Comando para execução do SPEC CPU 2017** |
| intspeed | runcpu --config=rubens-try1 --noreportable --iterations=3 600.perlbench\_s 602.gcc\_s 605.mcf\_s 620.omnetpp\_s 623.xalancbmk\_s 625.x264\_s 631.deepsjeng\_s 641.leela\_s 648.exchange2\_s 998.specrand\_is |
| intrate | runcpu --config=rubens-try1 --reportable --iterations=3 intrate |
| fpspeed | runcpu --config=rubens-try1 --noreportable --iterations=3 603.bwaves\_s 607.cactuBSSN\_s 619.lbm\_s 621.wrf\_s 628.pop2\_s 638.imagick\_s 644.nab\_s 649.fotonik3d\_s 654.roms\_s 996.specrand\_fs |
| fprate | runcpu --config=rubens-try1 --reportable --iterations=3 fprate |

Tabela 3. Comandos SPEC CPU 2017 executados para as suites inspeed, intrate, fpspeed e fprate.

## Simulador multi-core Sniper

* Compilado e iniciando execução com a seleção de 3 programas

## Perf profiler

* Aguardando definição dos 3 programas para experimentos posteriores

## PARSEC Benchmark Suite 3.0 \*

O PARSEC (*Princeton Application Repository for Shared-Memory Computers*) é um conjunto de benchmark composto por programas *multithread* com o propósito de possibilitar estudos de desempenho em computadores com múltiplos processadores.

A Tabela 4 apresenta a compilação dos pacotes de benchmark oferecidos no PARSEC com o resultado indicando sucesso ou os erros apresentados no processo de compilação (build).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Pacote** | **Comando para compilação** | **Resultado** |
| blackscholes | parsecmgmt -a build -p blackscholes | Compilou com sucesso. |
| bodytrack | parsecmgmt -a build -p bodytrack | Compilou com sucesso. |
| facesim | parsecmgmt -a build -p facesim | make[2]: \*\*\* [/usr/local/parsec-3.0/pkgs/apps/facesim/obj/amd64-linux.gcc/Public\_Library/Makefile.common:407: obj/Collisions\_And\_Interactions/COLLISION\_BODY\_LIST\_3D.o] Error 1  make[2]: Leaving directory '/usr/local/parsec-3.0/pkgs/apps/facesim/obj/amd64-linux.gcc/Public\_Library'  make[1]: \*\*\* No rule to make target '/usr/local/parsec-3.0/pkgs/apps/facesim/obj/amd64-linux.gcc/lib/libPhysBAM.a', needed by 'facesim'. Stop.  make[1]: Leaving directory '/usr/local/parsec-3.0/pkgs/apps/facesim/obj/amd64-linux.gcc/Benchmarks/facesim'  make: \*\*\* [Makefile:16: all] Error 2  [PARSEC] Error: 'env version=pthreads PHYSBAM=/usr/local/parsec-3.0/pkgs/apps/facesim/obj/amd64-linux.gcc CXXFLAGS=-O3 -g -funroll-loops -fprefetch-loop-arrays -fpermissive -fno-exceptions -std=c++11 -static-libgcc -Wl,--hash-style=both,--as-needed -DPARSEC\_VERSION=3.0-beta-20150206 -fexceptions /usr/bin/make' failed. |
| ferret | parsecmgmt -a build -p ferret | make: \*\*\* [Makefile:108: /usr/local/parsec-3.0/pkgs/apps/ferret/obj/amd64-linux.gcc/parsec/obj/LSH\_query.o] Error 1  [PARSEC] Error: 'env version=pthreads CFLAGS=-I/usr/local/parsec-3.0/pkgs/libs/gsl/inst/amd64-linux.gcc/include -I/usr/local/parsec-3.0/pkgs/libs/libjpeg/inst/amd64-linux.gcc/include -O3 -g -funroll-loops -fprefetch-loop-arrays -static-libgcc -Wl,--hash-style=both,--as-needed -DPARSEC\_VERSION=3.0-beta-20150206 LDFLAGS=-L/usr/local/parsec-3.0/pkgs/libs/gsl/inst/amd64-linux.gcc/lib -L/usr/local/parsec-3.0/pkgs/libs/libjpeg/inst/amd64-linux.gcc/lib -L/usr/lib64 -L/usr/lib /usr/bin/make' failed. |
| fluidanimate | parsecmgmt -a build -p fluidanimate | Compilou com sucesso. |
| freqmine | parsecmgmt -a build -p freqmine | Compilou com sucesso. |
| raytrace | parsecmgmt -a build -p raytrace | No package 'xext' found  Consider adjusting the PKG\_CONFIG\_PATH environment variable if you  installed software in a non-standard prefix.  Alternatively, you may set the environment variables XLIBGL\_CFLAGS  and XLIBGL\_LIBS to avoid the need to call pkg-config.  See the pkg-config man page for more details.  [PARSEC] Error: 'env ./configure --with-driver=xlib --enable-glut --enable-static --disable-shared --prefix=/usr/local/parsec-3.0/pkgs/libs/mesa/inst/amd64-linux.gcc' failed. |
| swaptions | parsecmgmt -a build -p swaptions | | ^~~~~~  make[1]: \*\*\* [../../build/Makefile.tbbmalloc:70: proxy.o] Error 1  make[1]: Leaving directory '/usr/local/parsec-3.0/pkgs/libs/tbblib/obj/amd64-linux.gcc/build/linux\_intel64\_gcc\_cc11.3.0\_libc2.35\_kernel5.15.90.1\_debug'  make: \*\*\* [Makefile:49: tbbmalloc] Error 2  [PARSEC] Error: 'env compiler=gcc PATH=/usr/bin:/usr/local/parsec-3.0/bin:/usr/local/sbin:/usr/local/bin:/usr/sbin:/usr/bin:/sbin:/bin:/snap/bin:/usr/local/parsec-3.0/bin CXXFLAGS=-O3 -g -funroll-loops -fprefetch-loop-arrays -fpermissive -fno-exceptions -static-libgcc -Wl,--hash-style=both,--as-needed -DPARSEC\_VERSION=3.0-beta-20150206 -fexceptions /usr/bin/make' failed. |
| vips | parsecmgmt -a build -p vips | Compilou com sucesso. |

Tabela 4. Resultado da compilação dos pacotes do PARSEC.

O PARSEC possibilita definir a região de interesse (ROI – *Region Of Interest*) baseada em seis tipos de entrada possíveis na execução dos benchmarks. As entradas são: tes, simdev, simsmall, simmedium, simlarge e native.

Os testes realizados no experimento utilizaram todas as entradas nos benchmarks executados, cujos comandos de execução a indicação dos resultados são apresentados na que segue.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Núm. da Execução** | **Pacote** | **Entrada** | **Comando de execução do pacote de Benchmark** |
| 001 | blackscholes | test | parsecmgmt -a run -p blackscholes -i test > result/exec-001-blackscholes-test.txt |
| 002 | blackscholes | simdev | parsecmgmt -a run -p blackscholes -i simdev > result/exec-002-blackscholes-simdev.txt |
| 003 | blackscholes | simsmall | parsecmgmt -a run -p blackscholes -i simsmall > result/exec-003-blackscholes-simsmall.txt |
| 004 | blackscholes | simlarge | parsecmgmt -a run -p blackscholes -i simlarge > result/exec-004-blackscholes-simlarge.txt |
| 005 | blackscholes | native | parsecmgmt -a run -p blackscholes -i native > result/exec-005-blackscholes-native.txt |
| 006 | vips | test | parsecmgmt -a run -p vips -i test > result/exec-006-vips-test.txt |
| 007 | vips | simdev | parsecmgmt -a run -p vips -i simdev > result/exec-007-vips-simdev.txt |
| 008 | vips | simsmall | parsecmgmt -a run -p vips -i simsmall > result/exec-008-vips-simsmall.txt |
| 009 | vips | simlarge | parsecmgmt -a run -p vips -i simlarge > result/exec-009-vips-simlarge.txt |
| 010 | vips | native | parsecmgmt -a run -p vips -i native > result/exec-010-vips-native.txt |
| 011 | bodytrack | test | parsecmgmt -a run -p bodytrack -i test > result/exec-011-bodytrack-test.txt |
| 012 | bodytrack | simdev | parsecmgmt -a run -p bodytrack -i simdev > result/exec-012-bodytrack-simdev.txt |
| 013 | bodytrack | simsmall | parsecmgmt -a run -p bodytrack -i simsmall > result/exec-013-bodytrack-simsmall.txt |
| 014 | bodytrack | simlarge | parsecmgmt -a run -p bodytrack -i simlarge > result/exec-014-bodytrack-simlarge.txt |
| 015 | bodytrack | native | parsecmgmt -a run -p bodytrack -i native > result/exec-015-bodytrack-native.txt |
| 016 | fluidanimate | test | parsecmgmt -a run -p fluidanimate -i test > result/exec-016-fluidanimate-test.txt |
| 017 | fluidanimate | simdev | parsecmgmt -a run -p fluidanimate -i simdev > result/exec-017-fluidanimate-simdev.txt |
| 018 | fluidanimate | simsmall | parsecmgmt -a run -p fluidanimate -i simsmall > result/exec-018-fluidanimate-simsmall.txt |
| 019 | fluidanimate | simlarge | parsecmgmt -a run -p fluidanimate -i simlarge > result/exec-019-fluidanimate-simlarge.txt |
| 020 | fluidanimate | native | parsecmgmt -a run -p fluidanimate -i native > result/exec-020-fluidanimate-native.txt |
| 021 | freqmine | test | parsecmgmt -a run -p freqmine -i test > result/exec-021-freqmine-test.txt |
| 022 | freqmine | simdev | parsecmgmt -a run -p freqmine -i simdev > result/exec-022-freqmine-simdev.txt |
| 023 | freqmine | simsmall | parsecmgmt -a run -p freqmine -i simsmall > result/exec-023-freqmine-simsmall.txt |
| 024 | freqmine | simlarge | parsecmgmt -a run -p freqmine -i simlarge > result/exec-024-freqmine-simlarge.txt |
| 025 | freqmine | native | parsecmgmt -a run -p freqmine -i native > result/exec-025-freqmine-native.txt |
| 026 | splash2 | test | parsecmgmt -a run -p splash2 -i test > result/exec-026-splash2-test.txt |
| 027 | splash2 | simdev | parsecmgmt -a run -p splash2 -i simdev > result/exec-027-splash2-simdev.txt |
| 028 | splash2 | simsmall | parsecmgmt -a run -p splash2 -i simsmall > result/exec-028-splash2-simsmall.txt |
| 029 | splash2 | simlarge | parsecmgmt -a run -p splash2 -i simlarge > result/exec-029-splash2-simlarge.txt |
| 030 | splash2 | native | parsecmgmt -a run -p splash2 -i native > result/exec-030-splash2-native.txt |
| 031 | splash2x | test | parsecmgmt -a run -p splash2x -i test > result/exec-031-splash2x-test.txt |
| 032 | splash2x | simdev | parsecmgmt -a run -p splash2x -i simdev > result/exec-032-splash2x-simdev.txt |
| 033 | splash2x | simsmall | parsecmgmt -a run -p splash2x -i simsmall > result/exec-033-splash2x-simsmall.txt |
| 034 | splash2x | simlarge | parsecmgmt -a run -p splash2x -i simlarge > result/exec-034-splash2x-simlarge.txt |
| 035 | splash2x | native | parsecmgmt -a run -p splash2x -i native > result/exec-035-splash2x-native.txt |

Tabela 5. Comandos PARSEC para execução dos benchmarks com as entradas possíveis.

## Rodinia benchmark \*

O Rodinia Benchmark é uma ferramenta destinada a infraestrutura de computação heterogênea com implementações com OpenMP, OpenCL e CUDA.

A Tabela 6 apresenta a lista dos programas que foram compilados com sucesso em cada implementação.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **CUDA (make CUDA)** | **OPENMP (make OMP)** | **OPENCL (make OPENCL)** |
| backprop | backprop | OCL\_particlefilter\_double |
| bfs | bfs | OCL\_particlefilter\_naive |
| dwt2d | euler3d\_cpu | OCL\_particlefilter\_single |
| gaussian | euler3d\_cpu\_double | backprop |
| heartwall | heartwall | gaussian |
| hotspot | hotspot | heartwall |
| kmeans | kmeans | hotspot |
| leukocyte | lavaMD | kmeans |
| needle | leukocyte | lavaMD |
| nn | lud\_omp | leukocyte |
| pathfinder | needle | lud |
| sc\_gpu | nn | nn |
| srad\_v1 | particle\_filter | nw |
| srad\_v2 | pathfinder | srad |
|  | pre\_euler3d\_cpu |  |
|  | pre\_euler3d\_cpu\_double |  |
|  | sc\_omp |  |
|  | srad\_v1 |  |
|  | srad\_v2 |  |

Tabela 6. Lista de programas que foram compilados com sucesso no ambiente da ferramenta Rodinia Benchmark.

A Tabela 7 apresenta a execução de benchmarks com alguns resultados detalhados ou o nome do arquivo de resultado devido ao seu tamanho excessivo.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Implementação** | **Benchmark** | **Resultado** |
| OPENMP | bfs | result.txt |
| OPENMP | cfd (euler3d) | 409.637 segundos  root@NotebookRubens:/usr/local/rodinia\_3.1/openmp/cfd# ./run  Starting...  Compute time: 409.637  Saving solution...  Saved solution...  Cleaning up...  Done... |
| OPENMP | heartwall | result.txt |
| OPENMP | hotspot | output.out |
| OPENMP | kmeans | root@NotebookRubens:/usr/local/rodinia\_3.1/openmp/kmeans# ./run  ./run: line 1: ./kmeans\_serial/kmeans: No such file or directory  I/O completed  num of threads = 4  number of Clusters 5  number of Attributes 34  Time for process: 4.266001 |
| OPENMP | lavaMD | root@NotebookRubens:/usr/local/rodinia\_3.1/openmp/lavaMD# ./run  Configuration used: cores = 4, boxes1d = 10  Time spent in different stages of CPU/MCPU KERNEL:  0.000000000000 s, 0.000000000000 % : CPU/MCPU: VARIABLES  0.000014000000 s, 0.000279933040 % : MCPU: SET DEVICE  0.000000000000 s, 0.000000000000 % : CPU/MCPU: INPUTS  5.001182079315 s, 99.999717712402 % : CPU/MCPU: KERNEL  Total time:  5.001195907593 s |
| OPENMP | leukocyte | root@NotebookRubens:/usr/local/rodinia\_3.1/openmp/leukocyte# ./run  Num of threads: 4  Detecting cells in frame 0  Cells detected: 36  Detection runtime  -----------------  GICOV computation: 0.52551 seconds  GICOV dilation: 0.21413 seconds  Total: 0.79247 seconds  Tracking cells across 5 frames  Processing frame 5 / 5  Tracking runtime (average per frame):  ------------------------------------  MGVF computation: 14.68158 seconds  Snake evolution: 0.02456 seconds  Total: 4.09308 seconds  Total application run time: 21.25787 seconds |
| OPENMP | nn | root@NotebookRubens:/usr/local/rodinia\_3.1/openmp/nn# ./run  The 5 nearest neighbors are:  1974 12 22 18 24 JOYCE 30.6 89.9 80 593 --> 0.608276  2003 8 27 12 10 TONY 29.9 89.4 160 286 --> 0.608275  1997 11 14 12 24 HELENE 30.5 89.8 134 529 --> 0.538515  1980 10 22 18 3 ISAAC 30.1 90.4 110 778 --> 0.412312  1988 12 27 0 18 TONY 30.0 89.8 113 39 --> 0.199997  total time : 0.527607023716 s |
| OPENMP | particle\_filter | Result.txt |
| OPENMP | pathfinder | o.out |
| OPENMP | srad\_v1 | root@NotebookRubens:/usr/local/rodinia\_3.1/openmp/srad/srad\_v1# ./run  Time spent in different stages of the application:  0.000000000000 s, 0.000000000000 % : SETUP VARIABLES  0.000021000000 s, 0.001276622177 % : READ COMMAND LINE PARAMETERS  0.131821006536 s, 8.013600349426 % : READ IMAGE FROM FILE  0.002430000110 s, 0.147723421454 % : RESIZE IMAGE  0.000082999999 s, 0.005045697093 % : SETUP, MEMORY ALLOCATION  0.016366999596 s, 0.994974911213 % : EXTRACT IMAGE  1.328287959099 s, 80.748657226562 % : COMPUTE  0.005131000187 s, 0.311921358109 % : COMPRESS IMAGE  0.160110995173 s, 9.733392715454 % : SAVE IMAGE INTO FILE  0.000714000023 s, 0.043405152857 % : FREE MEMORY  Total time: 1.644966006279 s |
| OPENMP | srad\_v2 | root@NotebookRubens:/usr/local/rodinia\_3.1/openmp/srad/srad\_v2# ./run  Randomizing the input matrix  Start the SRAD main loop  Computation Done |

Tabela 7. Benchmarks executados com os resultados.

A Tabela 8 apresenta comparações de alguns benchmarks que foram executados nas três implementações CUDA, OpenMP e OpenCL.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Comparação de Benchmarks entre as Implementações CUDA, OpenMP e OpenCL** | | |
| **Hotspot** | | |
| **CUDA** | **OpenMP** | **OpenCL** |
| root@NotebookRubens:/usr/local/rodinia\_3.1/cuda/hotspot# ./run  WG size of kernel = 16 X 16  pyramidHeight: 2  gridSize: [512, 512]  border:[2, 2]  blockGrid:[43, 43]  targetBlock:[12, 12]  Start computing the transient temperature  Ending simulation | root@NotebookRubens:/usr/local/rodinia\_3.1/openmp/hotspot# ./run  Start computing the transient temperature  Ending simulation  Total time: 0.045 seconds | Erro de execução |
| **BFS** | | |
| **CUDA** | **OpenMP** | **OpenCL** |
| root@NotebookRubens:/usr/local/rodinia\_3.1/cuda/bfs# ./run  Reading File  Read File  Copied Everything to GPU memory  Start traversing the tree  Kernel Executed 1 times  Result stored in result.txt >> 1.000.000 lines | root@NotebookRubens:/usr/local/rodinia\_3.1/openmp/bfs# ./run  Reading File  Start traversing the tree  Compute time: 0.633491  Result stored in result.txt >> 1.000.000 lines | Erro de compilação |
| **HeartWall** | | |
| **CUDA** | **OpenMP** | **OpenCL** |
| root@NotebookRubens:/usr/local/rodinia\_3.1/cuda/heartwall# ./run  WG size of kernel = 256  frame progress: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19  Resultados no arquivo result.txt | root@NotebookRubens:/usr/local/rodinia\_3.1/openmp/heartwall# ./run  num of threads: 4  frame progress: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19  Resultados no arquivo result.txt | Erro de execução |
| **particlefilter** | | |
| **CUDA** | **OpenMP** | **OpenCL** |
| Erro de compilação | video sequence took 0.043539  time to get neighbors took: 0.000005  time to get weightstook: 0.014813  time to set arrays took: 0.000106  time to set error took: 0.000682  time to get likelihoods took: 0.002394  time to get exp took: 0.000109  time to sum weights took: 0.000008  time to normalize weights took: 0.000004  time to move object took: 0.000008  xe: 64.523185  ye: 64.469547  0.702991  ...  time to calc cum sum took: 0.000033  time to calc u took: 0.011697  time to calc new array x and y took: 0.061382  time to reset weights took: 0.000047  time to set error took: 0.006374  time to get likelihoods took: 0.008245  time to get exp took: 0.011114  time to sum weights took: 0.011051  time to normalize weights took: 0.008430  time to move object took: 0.016451  xe: 48.546698  ye: 72.385056  17.581630  time to calc cum sum took: 0.000034  time to calc u took: 0.013806  time to calc new array x and y took: 0.053608  time to reset weights took: 0.000045  particle filter took 0.937339  entire program took 0.980878 | root@notebookrubens:/usr/local/rodinia\_3.1/opencl/particlefilter# ./run  video sequence took 0.063222  error: clgetplatformids(1,\*,0) failed  particle filter took 0.694592  entire program took 0.757814  video sequence took 0.031961  error: clgetplatformids(1,\*,0) failed  particle filter took 0.632983  entire program took 0.664944 |

Tabela 8. Comparação de benchmarks nas três implementações CUDA, OpenMP e OpenCL.

## Intel Pin

* Aguardando definição dos 3 programas para experimentos posteriores

## Dinero cache simulator

* Poucos testes
* Falta definir os testes

# Considerações sobre o aprendizado nesse projeto

# Conclusões